

氏名	前 田 一 郎
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第3723号
学位授与年月日	平成12年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当者
学 位 論 文 名	Effects of excited states of nucleon and Δ resonance on nucleon-nucleon interaction (核子-核子相互作用における励起核子の効果に関する研究)
論文審査委員	主 査 教 授 櫻木 弘之 副主査 教 授 牲川 章 副主査 講 師 有馬 正樹

論 文 内 容 の 要 旨

核子-核子(NN)相互作用は、原子核物理学における基本的な相互作用であり、原子核構造、反応の解明において重要な役割を果たす。

核子は複合粒子系であることが知られており、より基本的な自由度から、NN相互作用を理解する試みが広く行われて来た。その一つに、構成子クォークモデルを用いた、非相対論的な研究がある。過去の研究では、現象論的なクォーク間ポテンシャルとクォークの交換作用により、それまでは解明することが困難だった斥力芯の再現等の成果を挙げている。しかし、これまでは、NN相互作用に対する、励起核子の効果や、核子の内部構造の影響が十分に考慮されていない。これらの効果に関する研究は、核子の性質とNN相互作用とを統一的に理解する上で重要である。

本研究では、統一的理解の第一歩として、励起核子がNN相互作用に及ぼす影響をResonating Group Methodを用いた動的計算により評価した。現象論的なクォーク間ポテンシャルとして、グルーオン交換と π 中間子交換によるものを、それぞれ、閉じ込めポテンシャルと共に用いた。

NNS波チャンネルに関する解析で、励起核子は、NN相互作用に引力効果をもたらすが、S波チャンネルに結合する核子や Δ 共鳴の引力効果がより重要で、励起核子の影響は比較的小さいことが分かった。また、核子や Δ 共鳴と類似した空間構造を持つ励起核子が、ある特定のスピン-アイソスピンを組んだ時に、NN相互作用への効果が大きくなることが明らかとなった。これら効果のほとんどは π 中間子交換に伴うテンソル力により引き起こされ、グルーオン交換は、励起核子の効果をNN相互作用に取り入れる働きをほとんどしないことも判明した。

散乱実験との比較のために為された、グルーオン及び π 中間子交換と閉じ込めポテンシャルを用いた計算では、斥力的な結果が得られ、特にスピン-重項チャンネルにおいて引力不足が著しい。但し、最終的に実験と比較するには、モデルの精密化が必要である。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

核子を記述する代表的な有効模型として構成クォーク模型がよく知られている。この模型とResonating Group Method(RGM)を用いた核子間相互作用の研究は、クォーク間の相互作用やパウリ禁制に基づいて核子間相互作用のいろいろな特徴を理解することが可能であることを示した。本研究は、核子の内部励

起に対応する核子共鳴の役割に着目して、RGMによる核子間相互作用の研究を発展させたものである。核子間相互作用に対する核子共鳴の影響が大きいことは既に示唆されていたが、核子の内部変化を核子間相互作用に反映させることは理論的に難しく、本研究のような計算は初めての試みとなる。

本論文は、以下の六つの章から構成されている。第一章では研究の背景、現状そして問題点がまとめられている。第二章では定式化の詳細について説明がなされている。特に二核子間の相対波動関数の扱い方が新しく工夫されたことや、構成クォーク模型による核子共鳴の系統的な記述方法をRGMに取り込んだことなどが詳しく説明されている。第三、四章において、本研究の内容が従来の研究結果と矛盾しないことを確認した上で、核子間相互作用の解析方法についての具体的な手順を示してある。第五章では得られた結果を整理している。そして、第六章で本論文の全内容をまとめ、今後の発展についても触れている。

以上のように、本研究は原子核物理学においても最も基本的な核子間相互作用を、核子の内部構造の解明という最先端の内容と関連づけて議論した新しい研究である。特に、共鳴状態の効果は期待されていたほど大きくないものの、広いエネルギーで二核子散乱の位相差に対して影響を与えるとともに、散乱長、重水素の束縛エネルギー等の低エネルギー物理量にも影響することが示されている。これは、従来知られていなかった効果について定量的に議論し、新しい知見を得たものである。よって本論文の著者は、博士（理学）の学位を受ける資格を有するものと認める。